

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.202440319

· 基础研究 ·

基于 CiteSpace 的龋病微生态微生物领域的趋势与热点研究

徐万宁¹, 廖生², 彭显², 周学东¹

1. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心 四川大学华西口腔医院牙体牙髓病科, 四川 成都(610041); 2. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心 四川大学华西口腔医院, 四川 成都(610041)

【摘要】 目的 探究龋病微生态微生物领域相关研究的趋势与热点,为龋病研究提供参考。方法 本研究从 Web of Science 核心合集(Web of Science Core Collection, WOSCC)数据库中提取了2014至2023年发表的龋病微生态微生物领域相关文献,通过 CiteSpace 文献计量学可视化评估方法对该研究领域的发文量、期刊、国家、作者、机构、共被引文献、关键词等方面开展可视化分析。结果 共纳入3 192篇文献,其中研究型论文2 664篇、综述528篇,年发文量总体呈上升趋势。美国和中国的发文量位居前列,但在国际合作方面美国处于优势。发文量占比前10的期刊主要是牙科学期刊,其次是微生物学期刊。发文量位居前列的作者网络有以四川大学周学东为主的作者网络以及以马里兰大学巴尔的摩分校 Xu Hockin H. K 和 Weir Michael D 为主的作者网络。龋病微生态微生物研究的活跃点集中在微生物致龋毒力及相互作用、口腔微生物群系、龋病与系统性疾病的关系等。共被引频次较高的文章主要涉及龋病、口腔生物膜、口腔微生物群系、变异链球菌等主题。关键词研究显示了在过去十年中龋病、变异链球菌、细菌、牙菌斑和抗菌活性一直是研究重点;健康、口腔健康等关键词的数量呈上升趋势。最新出现的“gut microbiome/microbiota”提示口腔-肠道微生物组轴是该领域的研究前沿,研究人员的视野逐渐转向龋病与全身疾病间的联系。结论 近10年关于龋病微生态微生物领域相关文献的发文量逐年上升,研究趋势将朝口腔微生物多组学方向发展,新的研究方法和技术将会促进龋病学研究领域的发展。

【关键词】 龋病; 口腔微生态; 口腔微生物; 生物膜; 变异链球菌; 口腔-肠道微生物组轴; 口腔健康; 文献计量学; 可视化分析研究; 研究趋势; 口腔微生物多组学

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2024)12-0933-12

【引用著录格式】 徐万宁, 廖生, 彭显, 等. 基于 CiteSpace 的龋病微生态微生物领域的趋势与热点研究[J]. 口腔疾病防治, 2024, 32(12): 933-944. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.202440319.

CiteSpace-based analysis of research trends and hotspots in the field of microbiomes and microbes of dental caries XU Wanning¹, LIAO Ga², PENG Xian², ZHOU Xuedong¹. 1. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Department of Operative Dentistry and Endodontics, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: ZHOU Xuedong, Email: zhouxu@scu.edu.cn, Tel: 86-28-85503494

【Abstract】 Objective To analyze the trends and hotspots in research related to microbiomes and microbes of dental caries; in addition, the study seeks to provide a reference for caries research. **Methods** We searched the Web of Sci-



微信公众号

【收稿日期】2024-08-22; **【修回日期】**2024-10-17

【基金项目】国家自然科学基金面上项目(32371523)

【作者简介】徐万宁, 博士研究生, Email: xuwn95442@gmail.com

【通信作者】周学东, 教授, 博士, Email: zhouxu@scu.edu.cn, Tel: 86-28-85503494

ence Core Collection (WOSCC) to extract relevant literature in the field of microbiomes and microbes of dental caries published from 2014 to 2023. We used bibliometric visualization evaluation methods such as CiteSpace to conduct visualized analysis of factors that include the number of publications, journals, countries, authors, institutions, co-cited references, and keywords. **Results** A total of 3 192 references were extracted, including 2 664 articles and 528 reviews. The number of annual publications is increasing. The United States and China lead the number of publications, with the United States demonstrating a greater capacity for international collaboration. The top 10 journals in percentage of literature are mainly in the field of dentistry followed by the field of microbiology. The author cooperation networks with the highest number of publications include the network led by Zhou Xuedong of Sichuan University, and the network led by Xu Hockin H.K and Weir Michael D of the University of Maryland, Baltimore. The research on microbiomes and microbes of dental caries focuses on the cariogenic toxicity and interaction of microorganisms, oral microbiomes, and the relationship between dental caries and systemic diseases. The articles with high citation frequency mainly involve topics such as dental caries, oral biofilm, oral microbiota, and *Streptococcus mutans*. Keyword research showed that “dental caries,” “*Streptococcus mutans*,” “bacteria,” “dental plaque,” and “antibacterial activity” have been the primary focus of research in the last decade. The number of keywords, such as “health” and “oral health,” is on the rise. The latest emergence of “gut microbiome/microbiota” suggests that the oral gut microbiome axis is at the forefront of research in this field, and researchers’ focus is gradually shifting toward the connection between dental caries and systemic diseases. **Conclusion** Over the last decade, the number of publications in the field microbiomes and microbes of dental caries has increased annually. This research trend will be the multi-omics of the overall oral microbiome, and new research methods and techniques will contribute to the field of cariology.

【Key words】 dental caries; oral microbiome; oral microbe; biofilm; *Streptococcus mutans*; oral-gut microbiome axis; oral health; bibliometrics; visualized analysis research; research trend; multi-omics of the oral microbiome

J Prev Treat Stomatol Dis, 2024, 32(12): 933-944.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from the National Natural Science Foundation of China General Program (No. 32371523).

龋病对患者的口腔、全身健康均可产生严重的不良影响,是人类重点防治的非传染性疾病之一^[1]。全球约有20.3亿人群患有恒牙龋病,逾5亿儿童患有乳牙龋病^[2-3]。在我国,第四次全国口腔流行病学调查显示,龋病的发病率在5岁儿童中达71.9%,成年人群(35~44岁)达89.0%,老年人群更高达98.0%^[4]。近年研究认为龋病的发生主要归因于口腔微生态失衡,这种失衡使菌斑生物膜内微生物的生理性组合转变为病理性组合,有利于酸的产生和耐酸菌的繁殖,从而导致牙齿脱矿^[5-6]。目前口腔微生态的研究整合了基因组学^[7]、宏基因组学^[8]和代谢组学^[9]等各个领域,这些多学科方法对于从口腔微生态微生物角度出发的龋病病因学和针对病因的临床诊疗研究提供了新的研究视角。本研究采用文献计量学研究手段,分析龋病微生态微生物的研究趋势和学科热点。

1 资料和方法

1.1 数据收集及检索策略

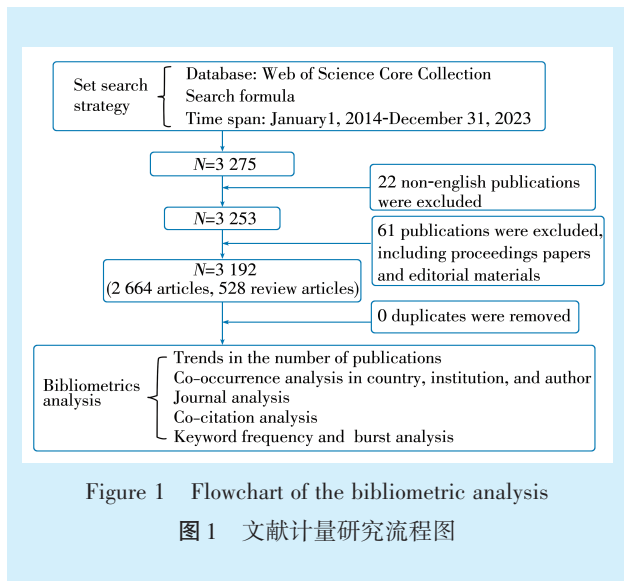
本研究数据来自Web of Science核心合集

(Web of Science Core Collection, WOSCC)数据库。WOSCC数据库是全球学术信息获取的重要来源,借助WOSCC可以得到较为客观且全面的数据资料^[10]。为了避免数据库每日更新造成的偏差,文档检索和导出在一天(2024年2月1日)内完成。为了尽可能包含相关文章,通过WOS主题词进行检索,“龋病”相关检索词包括“dental caries”、“tooth decay”、“tooth demineralization”、“dental white spot”、“cariou lesions”、“dmf index”、“DMF index”^[11]、“微生物”、“微生态”相关检索词包括“bacteria”、“microbe”、“microorganism”、“microbiota”、“microbiome”、“microflora”、“microbial community”^[12-13]。检索式为Topic Search=(dental caries OR tooth decay OR tooth demineralization OR dental white spot OR cariou lesions OR dmf index OR DMF index) AND (bacteria OR microbe OR microorganism OR microbiota OR microbiome OR microflora OR microbial community)。时间跨度定为2014年1月1日至2023年12月31日。

纳入研究的文献类型包括研究型论文和综

述。依据检索式检索得到3 275篇文献,排除非英文文献后得到3 253篇,包括研究型论文2 664篇、综述528篇、会议录论文35篇、社论材料17篇等。

将论文及综述导入CiteSpace,剔除重复文献后人工排除相关度较低的文献,得到文献3 192篇,包括2 664篇研究型论文和528篇综述以进行后续分析。技术路线如图1所示。



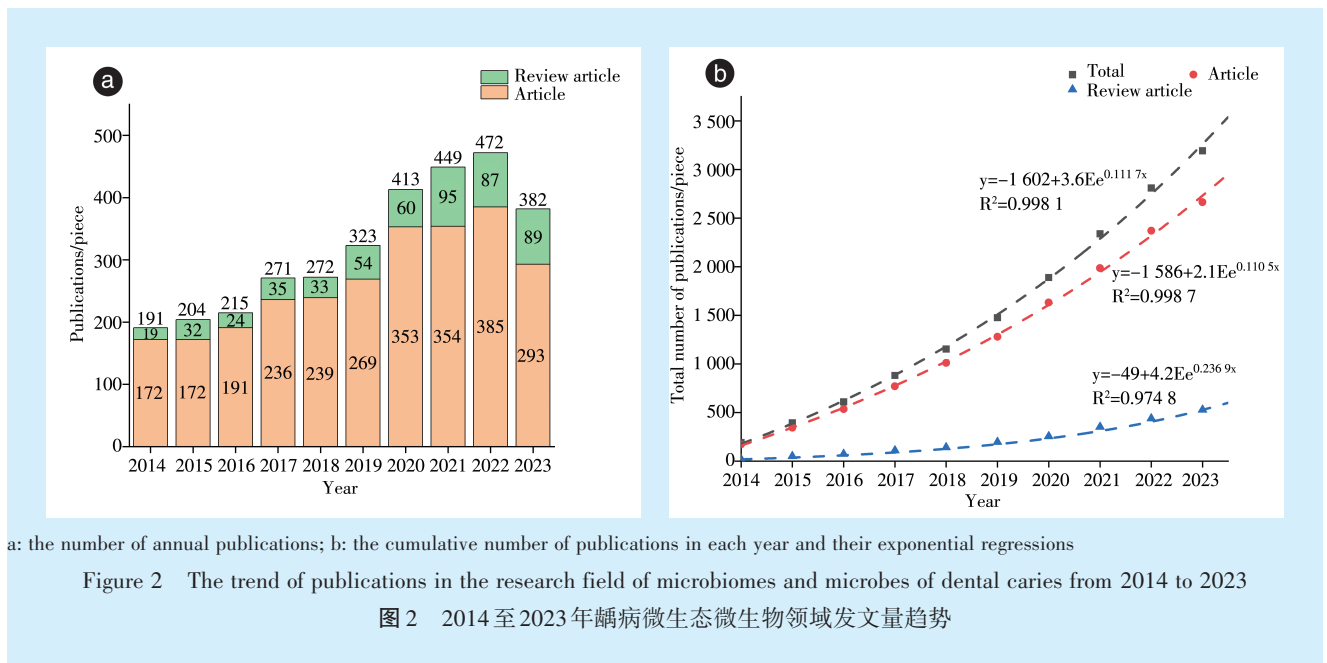
1.2 文献计量分析及数据可视化

知识图谱可视化分析软件CiteSpace由美国德雷塞尔大学陈超美博士开发,被广泛用于研究某学术领域的趋势与发展^[14]。本研究应用CiteSpace(6.2.R7)构建知识网络图谱,并量化地分析其结构特征、发掘研究趋势与热点。软件参数设置如下:“时间”设置为“2014.1-2023.12”;“年切片”设置为“1”;选择标准设置阈值为“k=25”,即在每个时间切片中,考虑每位科学家按被引用次数排序的前25篇文章,计算其g指数作为节点筛选方式^[15]。其余参数为默认设置。将数据库中的文献导出后在CiteSpace软件上可以进行国家、机构、作者的共现分析,文献的共被引分析以及关键词的突现分析。

2 结果

2.1 年发文量特征

2014至2023年间,WOSCC数据库中关于龋病微生物生态微生物领域的相关文献发文量如图2a所示。2014至2023年WOSCC数据库共收录口腔微生物组相关文章3 192篇,年均发表篇319篇,2022年达到最高的472篇。近十年来,该领域的论文总量呈稳步上升趋势(图2b),表明该领域受到愈加广泛的重视。2023年发文量下降可能与出版时滞有关。



2.2 发文期刊的分布情况

2014至2023年间,有843种期刊发表了口腔微生物生态微生物领域的研究文章。发文量占比,即与龋病微生物生态微生物相关的文章占该期刊总发文

量比重排名前十的期刊如表1所示,包括7种牙科学期刊和3种微生物学期刊,其中6种是JCR Q1期刊。*Journal of oral microbiology*是该领域发文量占比最高(20.05%)的期刊,有85篇文章,其次是Mo-

lecular oral microbiology (12.78%, 45 篇) 和 *Caries research* (9.66%, 59 篇)。发文量排名第四的 *International journal of oral science (IJOS)* 在 10 种期刊中的影响因子最高 (10.8), 同时也是篇均被引用量最多

的期刊, 每篇文章被引用 56.3 次; 而发文量排在第八位的 *Journal of dental research (JDR)* 则是该领域被引用次数最多的期刊 (3 363 次): 这些数据提示了 *IJOS* 和 *JDR* 在本领域的重要地位。

表 1 2014 至 2023 年龋病微生态微生物领域发文量占比前 10 位的期刊

Table 1 Top 10 journals in percentage of publications on microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

Journal	Percentage /%	Publications/piece	JCR™ partition	IF ₂₀₂₃	Times cited	Average times cited
<i>Journal of oral microbiology</i>	20.05	85	Q2	3.7	2 165	25.47
<i>Molecular oral microbiology</i>	12.78	45	Q1	2.8	1 028	22.84
<i>Caries research</i>	9.66	59	Q1	2.9	1 590	26.07
<i>International journal of oral science</i>	5.05	20	Q1	10.8	1 126	56.3
<i>Frontiers in oral health</i>	4.35	16	Q1	3.0	171	10.69
<i>Journal of dentistry</i>	3.48	72	Q1	4.8	2 133	30.04
<i>Archives of oral biology</i>	3.35	78	Q2	2.2	1 476	18.92
<i>Journal of dental research</i>	3.35	68	Q1	5.7	3 363	49.46
<i>Oral health preventive dentistry</i>	3.15	23	Q3	1.4	96	4.17
<i>Journal of clinical pediatric dentistry</i>	3.09	24	Q2	1.5	197	7.79

2.3 发文单位的分布情况

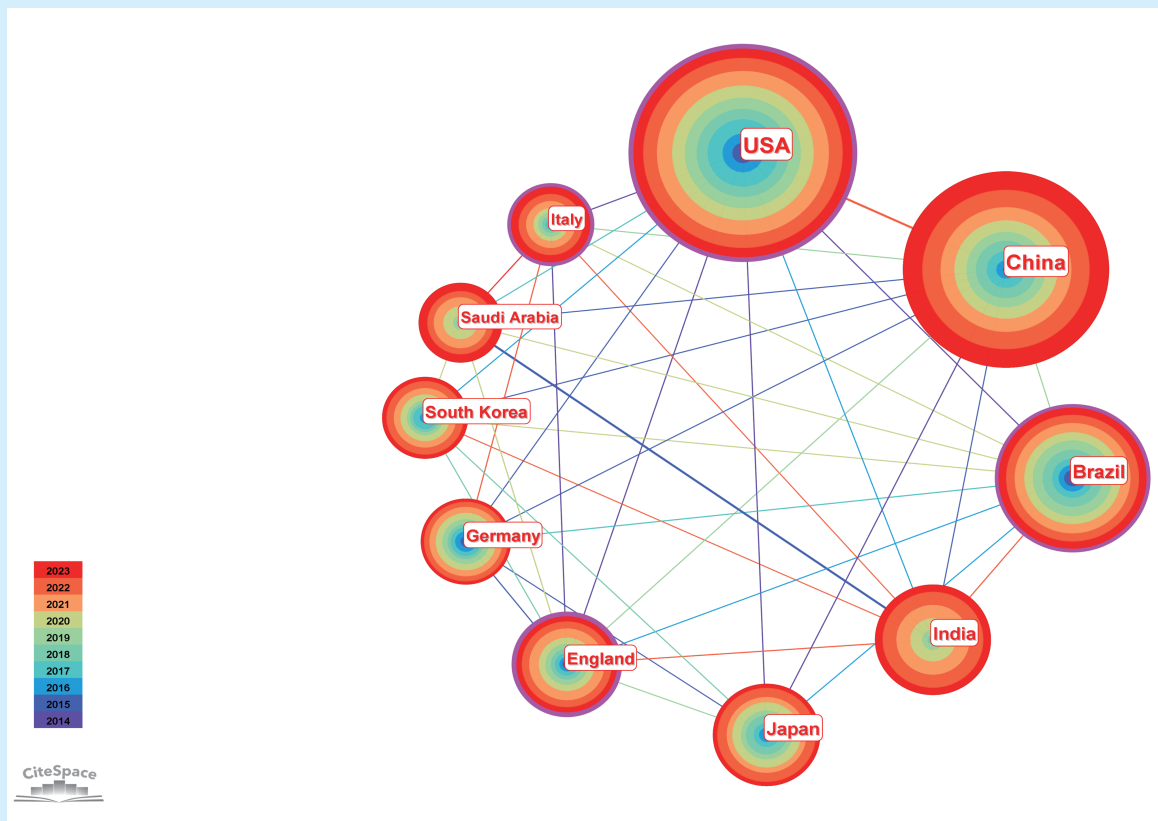
2.3.1 国家 发文量排名前三的国家分别为美国 (722 篇)、中国 (659 篇)、巴西 (329 篇), 这些国家的发文量占总发文量的半数以上。节点的中心度是评估节点重要性的量化指标, 取值范围为 0~1, 更高的中心度表明更多信息通过该节点传递, 反映了节点在合作网络中的重要性。中心度排名最高的是美国 (0.39), 其次是英国 (0.22), 意大利位居第三 (0.17) (表 2)。通过对发文国家分析发现,

共有 107 个国家发表过该领域论文, 各国之间存在广泛的合作关系, 但未显示出国家间特别紧密的合作关系 (图 3)。美国的发文量及中心度显著高于其他国家, 说明美国在该领域具有更高的影响力和认可度。中国的发文量虽然位居前列, 但中心度较低 (0.05), 在国家间的合作方面仍需加强。相比之下, 英国和意大利的中心度较高, 这可能与欧洲国家倾向于多国、多机构的联合研究有关^[16]。

表 2 2014 至 2023 年龋病微生态微生物领域发文量和中心度前 10 位的国家

Table 2 Top 10 countries in the number of publications and centrality in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

Publications number			Centrality		
Ranking	Country	Value	Ranking	Country	Value
1	USA	722	1	USA	0.39
2	China	659	2	England	0.22
3	Brazil	329	3	Italy	0.17
4	India	215	4	Brazil	0.13
5	Japan	188	5	Spain	0.10
6	England	163	6	India	0.09
7	Germany	133	7	France	0.09
8	South Korea	126	8	Iran	0.08
9	Saudi Arabia	120	9	Saudi Arabia	0.06
10	Italy	110	10	Japan	0.06



The colored rings in the node represent the number of publications in the different years. The nodes' size and the thickness of the lines are positively correlated to the publication of papers and the strength of cooperation relationships, respectively. The color of the lines indicates the year of first cooperation

Figure 3 The cooperation network of the top 10 most productive countries in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图3 2014至2023年龋病微生态微生物领域发文量前10位的国家合作网络

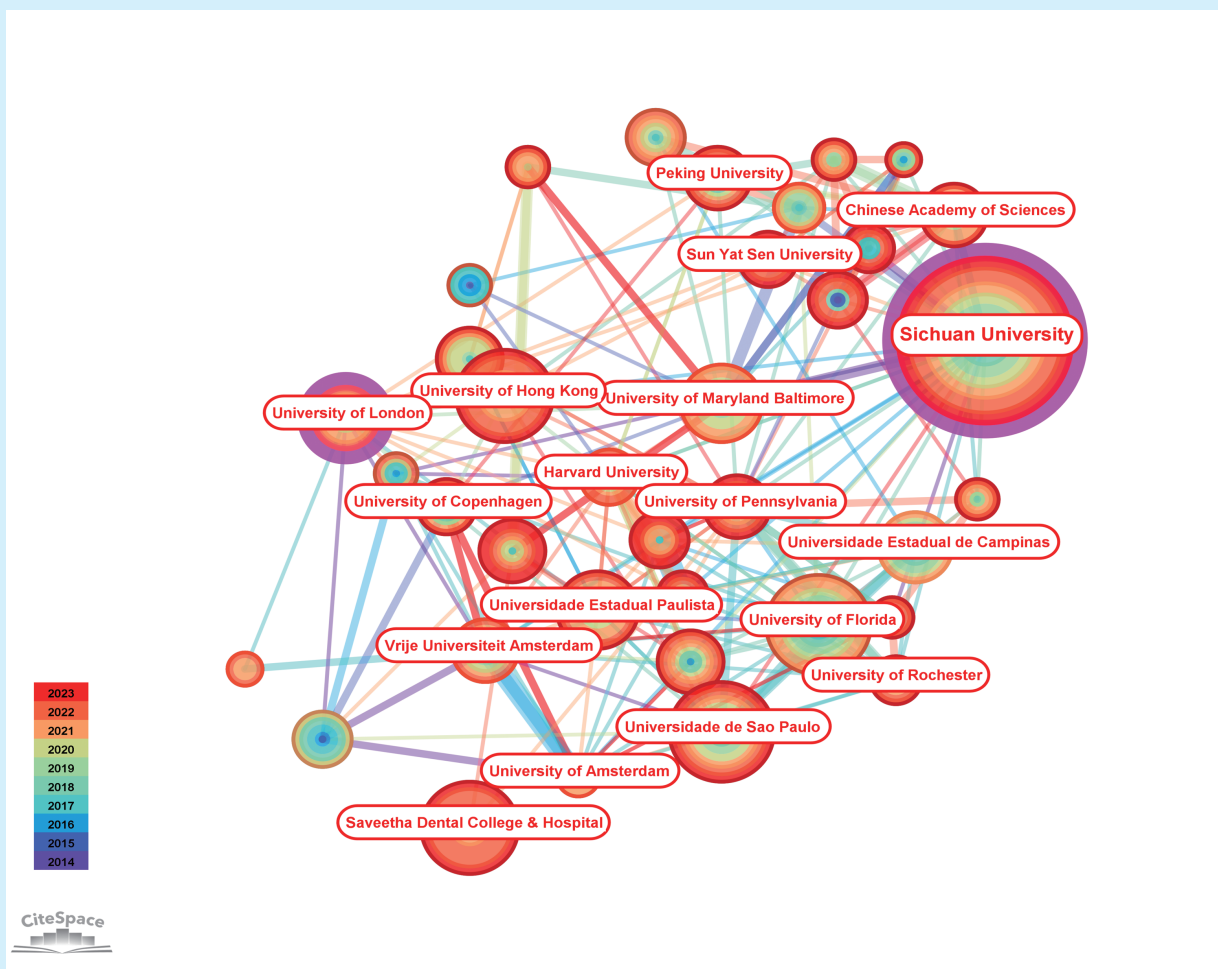
2.3.2 机构 通过发文机构分析发现,全球共3 019家机构发表过该领域文章,其中主要为高等院校。发文量前十的机构如表3所示,其中美国4家、巴西3家、中国2家,与主要研究国家一致,机构合作网络呈现出明显的区域内合作趋势

(图4)。四川大学发文量排名第一(115),同时拥有最高的中心度,进行了较多且深入的校际合作。本研究排除涉嫌大规模自引以提高引用次数的机构^[17-18]。

表3 2014至2023年龋病微生态微生物领域发文量前10位的机构

Table 3 Top 10 institutions in the number of publications in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

Ranking	Institution	Country	Publications	Centrality
1	Sichuan University	China	115	0.13
2	Universidade de Sao Paulo	Brazil	58	0.04
3	University of Maryland, Baltimore	USA	57	0.04
4	University of Florida	USA	49	0.03
5	Universidade Estadual Paulista	Brazil	40	0.05
6	University of Hong Kong	China	40	0.06
7	Harvard University	USA	37	0.08
8	Saveetha Dental College & Hospital	India	33	0.00
9	Universidade Estadual de Campinas	Brazil	33	0.02
10	University of Pennsylvania	USA	32	0.07



Each node represents an organization. The nodes' size and the thickness of the lines are positively correlated to the publication of papers and the strength of cooperation relationships, respectively. The color of the lines indicates the year of first cooperation

Figure 4 The cooperation network of institutions with more than 20 publications in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图4 2014至2023年龋病微生态微生物领域发文量超过20篇的机构合作网络

2.3.3 作者 通过发文作者分析发现,该领域文章共涉及12 907名作者。发文量排名前十的作者大多来自中国和美国(表4)。周学东教授(四川大学,67篇)是该领域最高产的作者,同时发表了最多的高被引文献,其次是 Xu Hockin H. K教授(马里兰大学巴尔的摩分校,47篇)和 Weir Michael D教授(马里兰大学巴尔的摩分校,35篇),与此同时,Koo Hyun教授具有最高的篇均被引频次(98.74)。

图5所示的作者合作网络大致分为4个集群,在每个作者小组中,都出现了密切的协作模式。例如,四川大学的周学东、程磊、李雨庆、彭显、徐欣就有很强的合作关系,马里兰大学巴尔的摩分校的 Xu Hockin H. K与 Weir Michael D密切合作,而 Burne Robert A和 Koo Hyun有着密切的合作。

这种模式可能表明,龋病微生态微生物研究领域的高级团队具有明确的内部划分。

2.4 文献的共被引分析

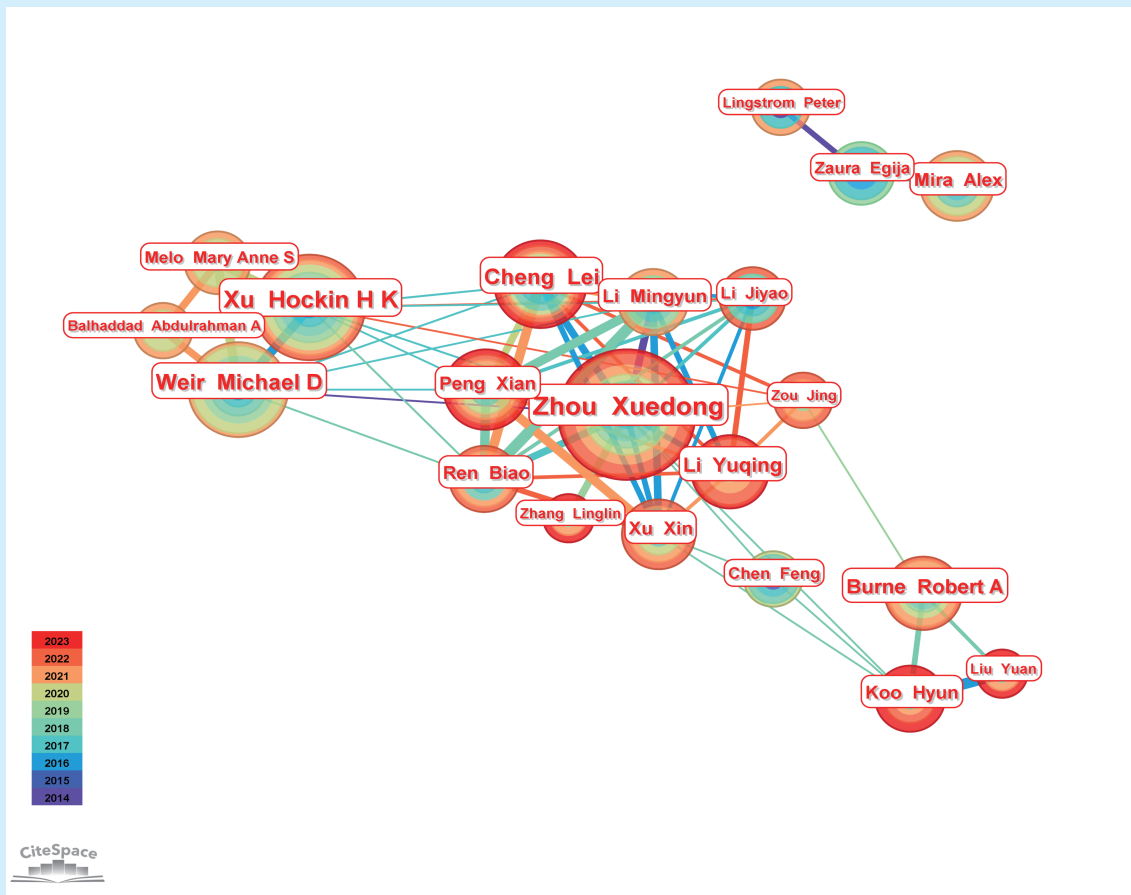
共被引参考文献是指被其他文章共同引用的文章,因此可以被视为某一领域的知识基础。在 CiteSpace 中,每个参考文献都由标记作者和发表时间的节点表示,并且基于共被引网络将不同的节点分为多个聚类。每个聚类表示一个主题焦点,并用名词短语作为标记。包含文献较多的聚类往往更具代表性。当模块值(Q值) >0.3 、平均轮廓值(S值) ≥ 0.5 时,可以认为聚类效果良好^[19]。

从共被引频次分析,共被引频次较高的文章主要涉及龋病、口腔生物膜、口腔微生物群系^[20]、变异链球菌等主题,且都在2017年以后出现。在

表4 2014至2023年龋病微生态微生物领域发文量前10的作者

Table 4 The top 10 authors in the number of publications in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

Ranking	Authors	Number of Publications	Times cited	Average times cited	Highly cited publications (cited times ≥ 40)
1	Zhou Xuedong	67	2 281	34.04	20
2	Xu Hockin H. K	47	1 534	32.64	15
3	Weir Michael D	35	1 240	35.43	14
4	Cheng Lei	34	1 229	36.15	15
5	Burne Robert A	30	1 522	50.73	8
6	Li Yuqing	28	742	26.50	6
7	Peng Xian	23	586	25.48	3
8	Mira Alex	20	1 340	67.00	13
9	Xu Xin	20	900	45.00	8
10	Koo Hyun	19	1 876	98.74	13



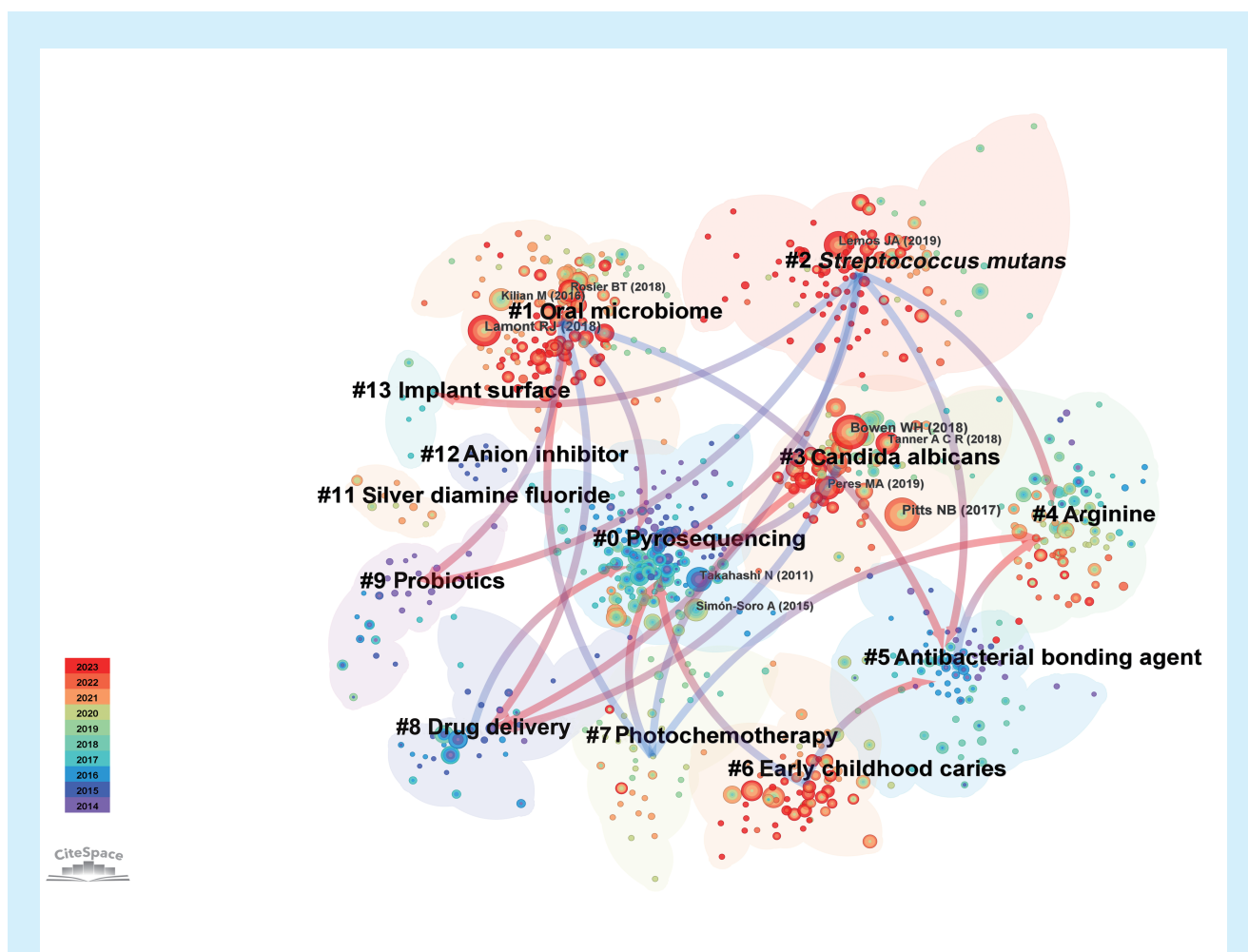
Each node represents an author. The nodes' size and the thickness of the lines are positively correlated to the publication of papers and the strength of cooperation relationships, respectively. The color of the lines indicates the year of first cooperation

Figure 5 The cooperation network of authors with more than 10 publications in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图5 2014至2023年龋病微生态微生物领域发文量超过10篇的作者合作网络

共被引参考文献网络中聚类后得到的网络图谱Q值为0.639 5,S值为0.855 5,共确定了13个聚类,每个聚类都提示龋病微生态微生物领域的研究方向(图6)。除“#12阴离子抑制剂”和“#13种植体表面”外,其他聚类与该领域密切相关。在这些聚类中,“#0焦磷酸测序”包含最多的节点,这与二代基因测序技术可以揭示口腔微生物群体的组成及变化有关;但较陈旧的节点表明随着三代测序技术的发展与成熟,焦磷酸测序技术逐渐过

时^[21]。“#1口腔微生物群系”、“#2变异链球菌”、“#3白色念珠菌”涵盖的文章较多且较新,这表明随着微生物组学的进步,该领域的研究方向逐渐转向整体口腔微生物组及龋病核心微生物。“#4精氨酸”、“#5抗菌粘接剂”、“#7光化学疗法”、“#8药物呈递”、“#11氟化二胺银”均与龋病的新治疗手段相关,但这些聚类并不存在较新较大的节点,提示这些方向研究遇冷或缺乏与该领域其他方向研究的相关性。



Each node represents a cited article. Arrows between clusters indicate that literature in the originating cluster cite literature in the pointing cluster

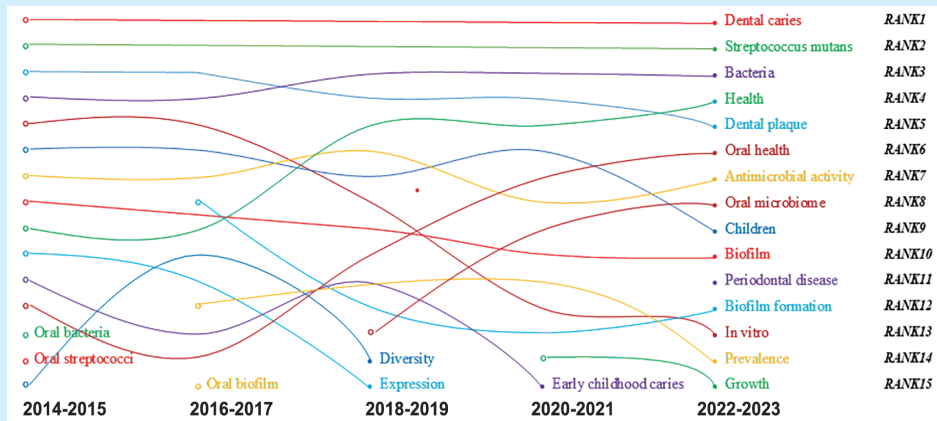
Figure 6 Co-cited references network in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图6 2014至2023年龋病微生态微生物领域共被引文献网络聚类图

2.5 高频关键词分析

对2014至2023年高频关键词的分析反映了龋病微生态微生物领域研究主题的发展以及现状,提示了该领域的热点和未来方向(图7)。关键词研究显示了在过去十年中龋病、变异链球菌、细

菌、牙菌斑和抗菌活性一直是研究重点;健康、口腔健康等关键词的数量呈上升趋势,提示这些方向是热门话题,而自2018年后口腔微生物群系则成为该领域的新兴课题。



Open circles indicate the time periods when a keyword first appeared and the filled circles represent the time periods when a keyword no longer appeared

Figure 7 Top 15 keywords by frequency in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图7 2014至2023年龋病微生态微生物领域前15位高频关键词趋势图

2.6 突现分析

关键词突现是指特定时期内关键词出现频率的突然增加,涉及到两个属性——突现强度和持续时间。关键词突现通常说明该关键词代表的概念或主题在科学界变得特别重要或受到广泛关注,通常用于追踪科学领域的前沿。

如图8,口腔微生态微生物领域关键词突现主要分为两类,即“微生物”和“疾病”。涉及“微生物”的突现词,早期主要与生物膜有关,中后期则转向微生物群落、微生物群系(图8a)。值得一提的是,早年间

出现的“microflora”似乎是一个误称,即“microflora”本意是“微小植物区系”,反映的是陈旧的分类学观念,后逐渐停用,被更合适的“microbiota”取代^[20]。最新出现的“gut microbiome/microbiota”提示口腔-肠道微生物组轴是该领域的研究前沿^[22]。涉及“疾病”的突现词(图8b)表明,“quality of life”与“global burden”是该领域的热点话题,龋病的流行及其造成的健康损害越来越受到重视^[23]。新出现的“alzheimers disease”、“inflammatory bowel disease”说明研究人员的视野逐渐转向龋病与全身疾病间的联系^[24]。



a: the keywords related to “microbes;” b: the keywords related to “diseases.” The red bars indicate burst strength and duration

Figure 8 Keywords with the strongest bursts in the field of microbiomes and microbes of dental caries from 2014 to 2023

图8 2014至2023年龋病微生态微生物领域突现词图

3 讨论

本研究纳入了WOSCC数据库中2014年1月1日至2023年12月31日间世界龋病微生态微生物相关文献,从发文量、期刊、国家、机构、作者、关键词等多个方面进行了分析。结果显示,近十年来该领域的研究量平稳提升,说明该领域活跃程度较高。刊载该领域相关文献数排名前十的期刊主要局限在微生物学和牙科医学方向,提示仍需加强跨学科的交流合作。发表论文最多的美国和中国在龋病微生态微生物研究方面做出了重大贡献,然而,美国的中心度远高于中国,表明美国保持着较高的研究产出水平,这可能与美国在科研资源、基础设施建设和学术交流机制上的长期优势有关,而中国在该领域发展迅速,但仍需进行更广泛的国际合作。

四川大学、圣保罗大学和马里兰大学巴尔的摩分校等机构成为龋病微生态微生物研究的重要贡献者。美国机构在前十名中占据了4所的主导地位,强调了美国在这一研究领域的突出作用。四川大学表现出很高的发文量,同时具有最高的中心度,即最强的与其他机构的合作关系。该机构与马里兰大学巴尔的摩分校、佛罗里达大学、香港大学等高发文量机构的联系表明,机构之间的紧密联系可以促进合作并推动研究进步。作者合作的网络图揭示了4个主要作者群体。每个作者群体内部紧密的合作模式表明,该领域成熟的研究团队具有明确的内部分工,这可能有助于提高其研究的有效性和影响力。排名前三位的作者是周学东、Xu Hockin H. K和Weir Michael D。周学东主要从事口腔微生物学和微生物生态学、牙髓疾病的病因学和预防研究。Xu Hockin H. K和Weir Michael D主要研究骨再生、组织工程学及牙科材料学。

从研究内容来看,该领域的研究涉及口腔微生物群系、微生物致龋毒力及相互作用、龋病与全身疾病间的关系等多个主题。在本研究中,变异链球菌是该领域的热点,目前的焦点主要集中在影响其毒力的代谢分子调控及与其他龋病核心微生物间的相互作用。研究发现,变异链球菌通过合成还原酶、调控金属离子和谷胱甘肽摄入等多种途径对抗外源性氧刺激或细菌源性 H_2O_2 ^[25-26]。变异链球菌与白色念珠菌间存在动态交互作用,变异链球菌葡萄糖基转移酶B(glycosyltransferase B, GTFB)可促进白色念珠菌生物膜形成,白色念

珠菌又可促进变异链球菌产酸及细胞外多糖的合成^[27]。突现词“口腔链球菌属”向“口腔微生物群系”的转变,提示龋病微生态微生物领域的前沿,逐渐转向研究龋病与口腔微生物群系的复杂相互作用,这种转变反映在前沿微生物组学研究的出现上。此外,越来越多的研究关注龋病与系统性疾病之间的相关性。例如阿尔茨海默病:不良的口腔卫生习惯及药物导致的唾液腺功能障碍等因素导致阿尔茨海默病患者龋失补牙数增加^[28];龋病也是阿尔茨海默病的风险因素,可能与变异链球菌分泌的炎性物质引起神经退行性变有关^[29]。由于龋病导致的失牙以及其与系统性疾病关联,其可在多方面影响人的生活质量,这使龋病成为一个重大的全球公共卫生问题,高频词“健康”、“口腔健康”的上升以及突现词“疾病负担”表明越来越多的目光投向于此。龋病是失牙的主要原因之一^[30],其造成的健康损害是各国政府对口腔卫生保健投资规划的一个重要因素,对于龋病的研究重心由治疗转向预防,健康管理、健康维护逐渐成为该领域的研究前沿^[31-32]。

龋病微生态微生物领域的未来研究应优先考虑促进国内和国际机构间的合作,共享资源、数据和专业知 识对于促进更全面地了解该领域及其对人类健康的影响至关重要。此外,应结合基因组学、宏基因组学和代谢组学等跨学科方法,使研究者能够了解龋病核心微生物与宿主之间的复杂相互作用,开发靶向治疗和预防策略。此外,随着对致龋微生物组在系统性疾病中作用的理解不断扩大,应专注于阐明驱动这些关联的潜在分子机制,从而加深对龋病与全身健康关系的理解,为健康管理、健康维护提供理论支持。

本研究也存在一定的局限性。WOSCC数据库并不能包括该领域的所有文献,同时在制定检索词、筛选文献的过程中也存在漏检、错检的可能;其次,本研究只使用了CiteSpace这一款文献计量学软件,未联合使用其他文献计量学软件,部分信息的呈现具有局限性;再次,本研究仅检索了领域内的英文文献,中文文献未纳入其中,缺少国内外研究方向差异性的对比。

综上所述,本研究对近十年龋病微生态微生物领域的文献进行了可视化分析,不仅对龋病微生态微生物领域的研究提供了相关历史信息,也进一步分析了该领域的国际合作趋势和研究热点。目前该领域的研究重点集中在微生物致龋毒

力及相互作用、口腔微生物群系、龋病与系统性疾病的关系等方面。未来的研究趋势将朝着更全面的口腔微生物多组学方向发展,新的研究方法和技术将会更好的促进龋病学研究领域的蓬勃发展。

【Author contributions】 Xu WN performed the research, analyzed the data and wrote the article. Liao G and Peng X designed the research study and revised the article. Zhou XD conceptualized and reviewed the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. Dental caries[J]. Nat Rev Dis Primers, 2017, 3(1): 17030. doi: 10.1038/nrdp.2017.30.
- [2] Wen PYF, Chen MX, Zhong YJ, et al. Global burden and inequality of dental caries, 1990 to 2019[J]. J Dent Res, 2022, 101(4): 392-399. doi: 10.1177/00220345211056247.
- [3] Qin X, Zi H, Zeng X. Changes in the global burden of untreated dental caries from 1990 to 2019: a systematic analysis for the global burden of disease study[J]. Heliyon, 2022, 8(9): e10714. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10714.
- [4] 冯希平. 中国居民口腔健康状况—第四次中国口腔健康流行病学调查报告[C]. 西安: 2018年中华口腔医学会第十八次口腔预防医学学术年会, 2018.
Feng XP. Oral health status of Chinese residents—the fourth epidemiological survey report on oral health in China[C]. Xi'an: The 18th academic annual meeting of oral preventive medicine of Chinese Stomatological Association in 2018, 2018
- [5] Bowen WH, Burne RA, Wu H, et al. Oral biofilms: pathogens, matrix, and polymicrobial interactions in microenvironments[J]. Trends Microbiol, 2018, 26(3): 229 - 242. doi: 10.1016 / j.tim.2017.09.008.
- [6] 徐欣, 周学东. 龋病病因学研究及临床诊疗新进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(1): 3-9. doi: 10.3760/ema.j.cn112144-20201102-00548.
Xu X, Zhou XD. Current progress in etiology and clinical management of dental caries[J]. Chin J Stomatol, 2021, 56(1): 3-9. doi: 10.3760/ema.j.cn112144-20201102-00548.
- [7] Balachandran M, Cross KL, Podar M. Single-cell genomics and the oral microbiome[J]. J Dent Res, 2020, 99(6): 613-620. doi: 10.1177/0022034520907380.
- [8] Banar M, Rokaya D, Azizian R, et al. Oral bacteriophages: metagenomic clues to interpret microbiomes[J]. PeerJ, 2024, 12: e16947. doi: 10.7717/peerj.16947.
- [9] Cui GY, Rao BC, Zeng ZH, et al. Characterization of oral and gut microbiome and plasma metabolomics in COVID-19 patients after 1-year follow-up[J]. Mil Med Res, 2022, 9(1): 32. doi: 10.1186/s40779-022-00387-y.
- [10] 李强, 丁梦, 张玉, 等. 基于文献计量学及可视化技术分析牙周组织工程干细胞疗法[J]. 口腔疾病防治, 2023, 31(5): 328-336. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2023.05.004.
Li Q, Ding M, Zhang Y, et al. A bibliometric and visualization analysis of stem cell therapies for periodontal tissue engineering [J]. J Prev Treat Stomatol Dis, 2023, 31(5): 328 - 336. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2023.05.004.
- [11] Eidt G, Waltermann EDM, Hilgert JB, et al. *Candida* and dental caries in children, adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Oral Biol, 2020, 119: 104876. doi: 10.1016/j.archoralbio.2020.104876.
- [12] Bronzato JD, Bomfim RA, Hayasida GZP, et al. Analysis of microorganisms in periapical lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Oral Biol, 2021, 124: 105055. doi: 10.1016/j.archoralbio.2021.105055.
- [13] Butcher MC, Short B, Veena CLR, et al. Meta-analysis of caries microbiome studies can improve upon disease prediction outcomes [J]. APMIS, 2022, 130(12): 763-777. doi: 10.1111/apm.13272.
- [14] Zhao X, Nan D, Chen C, et al. Bibliometric study on environmental, social, and governance research using CiteSpace[J]. Front Environ Sci, 2023, 10: 1087493. doi: 10.3389/fenvs.2022.1087493.
- [15] Kör B, Mutlutürk M, Caniels MCJ. Analysing and visualising the trends in knowledge management: towards a normative knowledge management framework[J]. Int J Knowl Manag Stud, 2022, 13(1): 1. doi: 10.1504/ijkms.2022.119253.
- [16] 袁景蒂. 欧洲创新大学联盟运行模式与特点研究: 基于开放创新生态系统理论视角分析[J]. 比较教育研究, 2023, 45(12): 55-62. doi: 10.20013/j.cnki.ICE.2023.12.06.
Yuan JD. Research on the model and characteristics of European consortium of innovative universities: analysis based on the perspective of open innovation ecosystem theory[J]. Int Comp Educ, 2023, 45(12): 55-62. doi: 10.20013/j.cnki.ICE.2023.12.06.
- [17] Joelsing F, Retraction Watch. How an Indian dental school climbed the ranks[J]. Science, 2023, 380(6649): 1000-1001. doi: 10.1126/science.adj1032.
- [18] Wang J, Liu W. How an Indian dental college climbed the ranks: a bibliometric analysis with emphasis on self-citation[J]. Oral Oncol Rep, 2024, 9: 100140. doi: 10.1016/j.oor.2023.100140.
- [19] Chen C. Science mapping: a systematic review of the literature[J]. J Data Inf Sci, 2017, 2(2): 1-40. doi: 10.1515/jdis-2017-0006.
- [20] Zhao LP. Microbiome: another-ome or actually a biome? [J]. Sci Sin Vitae, 2023, 53(5): 746-750. doi: 10.1360/SSV-2023-0026.
- [21] 王玉静, 陆梓涪, 陈俊煜, 等. 高通量测序技术的发展及其在临床检测中的应用[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2021, 60(5): 811-820. doi: 10.6043/j.issn.0438-0479.202006033.
Wang YJ, Lu ZC, Chen JY, et al. Development of the high-throughput sequencing technology and its application in clinical detection [J]. J Xiamen Univ Nat Sci, 2021, 60(5): 811-820. doi: 10.6043/j.issn.0438-0479.202006033.
- [22] Park SY, Hwang BO, Lim M, et al. Oral-gut microbiome axis in gastrointestinal disease and cancer[J]. Cancers(Basel), 2021, 13(9): 2124. doi: 10.3390/cancers13092124.
- [23] Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, et al. Oral diseases: a global public health challenge[J]. Lancet, 2019, 394(10194): 249-260. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31146-8.
- [24] 王欣欣, 徐子淇, 边专, 等. 龋病与系统性疾病相关性的研究进

- 展[J]. 中华口腔医学杂志, 2024, 59(1): 99-104. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20230926-00169.
- Wang XH, Xu ZQ, Bian Z, et al. Research progress in associations between dental caries and systemic diseases[J]. Chin J Stomatol, 2024, 59(1): 99-104. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20230926-00169.
- [25] Kono Y, Tamura M, Cueno ME, et al. S-PRG filler eluate induces oxidative stress in oral microorganism: suppression of growth and pathogenicity, and possible clinical application[J]. Antibiotics(Basel), 2021, 10(7): 816. doi: 10.3390/antibiotics10070816.
- [26] Baker JL, Derr AM, Karuppaiah K, et al. *Streptococcus mutans* NADH oxidase lies at the intersection of overlapping regulons controlled by oxygen and NAD⁺ levels[J]. J Bacteriol, 2014, 196(12): 2166-2177. doi: 10.1128/JB.01542-14.
- [27] Kim HE, Liu Y, Dhall A, et al. Synergism of *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* reinforces biofilm maturation and acidogenicity in saliva: an *in vitro* study[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2021, 10: 623980. doi: 10.3389/fcimb.2020.623980.
- [28] Gao SS, Chen KJ, Duangthip D, et al. The oral health status of Chinese elderly people with and without dementia: a cross-sectional study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(6): 1913. doi: 10.3390/ijerph17061913.
- [29] Wu YF, Lee WF, Salamanca E, et al. Oral microbiota changes in elderly patients, an indicator of Alzheimer's disease[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(8): 4211. doi: 10.3390/ijerph18084211.
- [30] Frencken JE, Sharma P, Stenhouse L, et al. Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis - a comprehensive review [J]. J Clin Periodontol, 2017, 44(Suppl 18): S94 - S105. doi: 10.1111/jcpe.12677.
- [31] Zheng FM, Yan IG, Sun IG, et al. Early childhood caries and dental public health programmes in Hong Kong[J]. Int Dent J, 2024, 74(1): 35-41. doi: 10.1016/j.identj.2023.08.001.
- [32] Duque AD, Malheiros Z, Stewart B, et al. Strategies for the prevention of periodontal disease and its impact on general health in Latin America. section III: prevention[J]. Braz Oral Res, 2020, 34 (suppl 1): e025. doi: 10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0025.



Open Access

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Copyright © 2024 by Editorial Department of Journal of Prevention and Treatment for Stomatological Diseases



官网